

Cours 1: Introduction aux systèmes embarqués.

Pr. Redouane KARA,
Université Mouloud MAMMERI
de Tizi ousou.
Avril, 2020

Plan du cours

- Généralités
- Domaines d'application
- Caractéristiques
- Contraintes
- Classification
- Architecture des Systèmes embarqués
- Quelques exemples.

Notion de système

- Un système est un ensemble d'éléments qui interagissent pour effectuer une ou plusieurs tâches selon un plan, un programme ou un ensemble de règles.
- Un système est complètement déterminé par : sa frontière, ses objectifs, ses interactions avec l'environnement ses fonctions et ses ressources.
- Un sous-système (ou composant) est un système participant à un système de rang supérieur.

Exemple de système

Lave linge : c'est un système automatique de lavage de linge. Il est composé de capteurs de moteur, d'une unité de control, ...

Pour effectuer cette tache
le machine doit réaliser des
opérations élémentaires.



Composants des systèmes embarqués

- Partie matériel :

Processeur, temporisateurs, contrôleur d'interruption, périphériques d'E/S, mémoires, ports, ...

- Partie programme d'application:

Qui peut effectuer simultanément une série de tâches ou plusieurs tâches.

- Système d'exploitation temps réel (RTOS)

RTOS définit le fonctionnement du système. Qui supervise le programme d'application. Il définit les règles lors de l'exécution du programme d'application.

Un système embarqué de petite échelle peut ne pas nécessiter de RTOS.

Où est ce qu'on trouve les Systèmes Embarqués

- Télécommunication (Téléphonie, Internet)
- Aéronautique (Avions, Radar)
- Automobile (GPS, ABS, ESP)
- Jeux électroniques
- Construction électrique (Systèmes de surveillance, Gestion électrique, contrôle d'accès)
- Transport ferroviaire
- Cartes à puce (RFID)

Les domaines d'application



Enjeux et contraintes

- Les enjeux auxquels sont confrontés les industries sont similaires:
 - Maîtrise des coûts
 - Maîtrise de la complexité
 - Pérennité des solutions développées
- Les contraintes sont spécifiques à chaque domaine d'application

Caractéristiques

- Systèmes principalement numériques.
- Exécute une application logiciel dédié pour réaliser une fonctionnalité précise.
- Les SE disposent de périphériques et capteurs spécifiques pour son application: (moteur, capteurs, Wifi, ...)
- L'IHM (Interface Homme machine) est adaptée selon l'application. Il peut être aussi simple qu'un voyant lumineux et évolué comme un écran tactile.

Caractéristiques

- Consommation énergétique maîtrisée ou très faible
- Capacité mémoire adaptée
- Capacité de calcul appropriée à l'application
- Réactif : les opérations de calcul exécutées en réponse à un évènement extérieur.
- Fonctionnement temps réel.

Caractéristiques suite...

- Léger : poids réduit.
- Encombrement: espace réduit.
- Pas cher : Coût réduit, maximisation rapport performance/prix.
- Dédié : exclusivement à un domaine applicatif
- Interface de communication spécifique

Caractéristiques suite ...

1. Réalisé autour d'un microcontrôleur (mC)
2. Ensemble compact (volume optimisé)
3. Démarrage autonome du système (boot)
pas de disque dur, utilisation de mémoire flash, ...
4. Généralement pas d'extension possible
construction non modulaire

Contraintes temporelles (temps-réel)

- Le SE doit répondre à un événement de son environnement dans une fenêtre temporelle imposée par l'environnement et l'application (contrainte temps-réel).

Ex: système de freinage, Robotique, procédés chimiques...

- Les résultats doivent être fournis dans les temps impartis.

un résultat correct qui ne respecte pas la limite temporelle est faux.

Contraintes de l'environnement

L'environnements peut être hostiles.

- Variation de la température.
- Vibrations, chocs, interférences HF, feux.
- Variation de l'alimentation.
- Corrosion.

Contraintes de conception

Le système se doit d'être :

1. Robuste
2. Simple
3. Fiable
4. Fonctionnel
5. Sûr
6. Tolérant aux fautes

Classification

- Système embarqué de petite échelle.
 - Microcontrôleurs 8 bits ou 16 bits
 - Pas de complexité matérielle et logiciel
- Système embarqué de moyenne échelle.
 - Un ou plusieurs Microcontrôleurs 16 et 32 bits
 - Complexité matérielle et logiciel
- Système embarqué sophistiqué.
 - Processeurs configurables et/ou FPGA
 - Enorme complexité matérielle et logiciel



Architecture des Systèmes embarqués

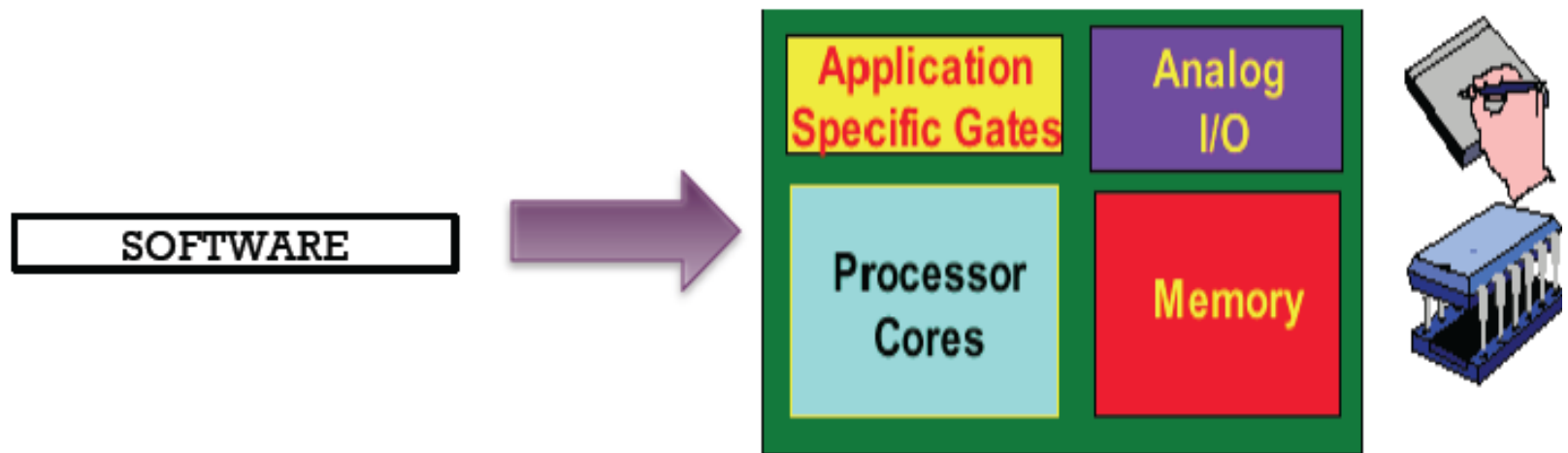
Une partie matérielle utilisée pour la performance

Micro-processeur, contrôleurs, coprocesseurs, DSP

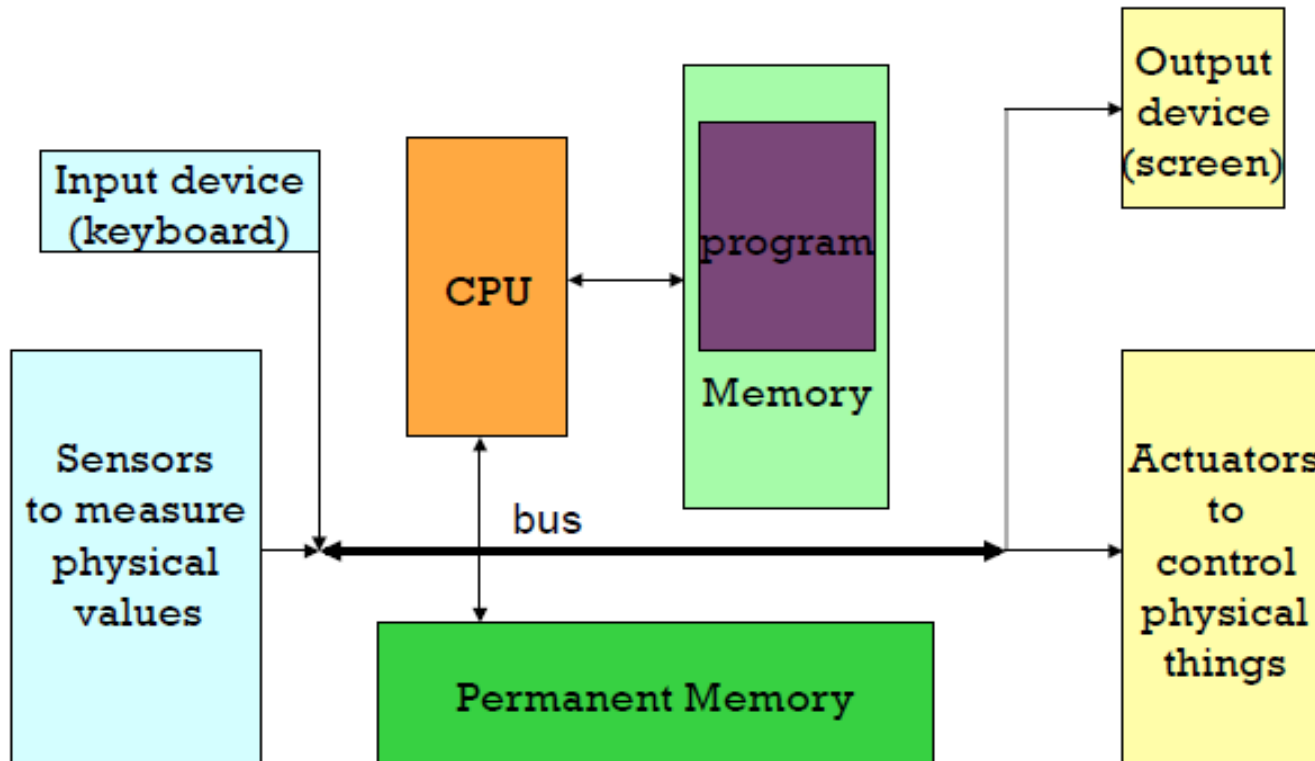
Mémoires

ASIC

Interfaces d'entrées/sorties

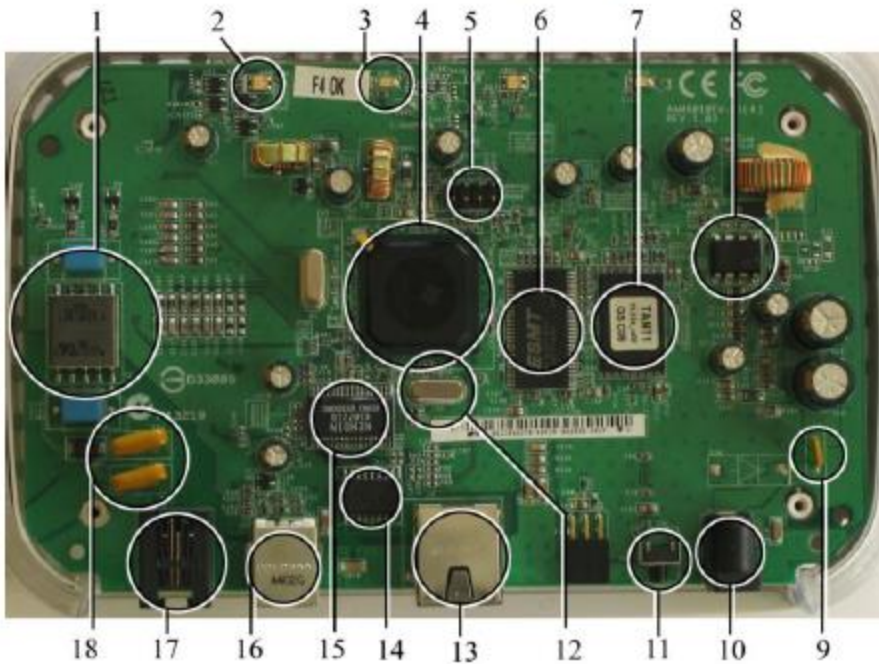


Structure d'un système embarqué



Quelques exemples

Router ADSL (Digital Subscriber Line)



Netgear DG632 ADSL Modem/router.

1. Telephone decoupling electronics (for ADSL).
2. Multicolor LED (displaying network status).
3. Single color LED (displaying USB status).
4. Main processor, a TNETD7300GDU, a member of Texas Instruments' AR7 product line.

5. JTAG (Joint Test Action Group) test and programming port.
6. RAM, a single ESMT M12L64164A 8 MB chip.
7. Flash memory, obscured by sticker.
8. Power supply regulator.
9. Main power supply fuse.
10. Power connector.
11. Reset button.
12. Quartz crystal.
13. Ethernet port.
14. Ethernet transformer, Delta LF8505.
15. KS8721B Ethernet PHY transmitter receiver.
16. USB port.
17. Telephone (RJ11) port.
18. Telephone connector fuses.

MP3 player



- Mémoire “flash” pour enregistrer les chanson
 - Les fichiers audio enregistrés en format compressé, “MP3”
- UC lance des programmes qui :
 - Décompressent les fichiers audio et génère “raw digital audio”
 - Prennent des information introduites par l'utilisateur
 - Affichage des informations sur le display
- CAN génère des ondes audio et les envoient aux casques/ headphones

GPS Navigator

- Système Complexe qui est composé de :
 - GPS Acquisition pour le signal Radio
 - GPS Processeur de Signal
 - Bases de données géographiques
 - Processeur de control du display et de calcul des chemins, locations, points d'intérêt
 - Vidéo-image processeur control
- Peut contenir plusieurs processeurs

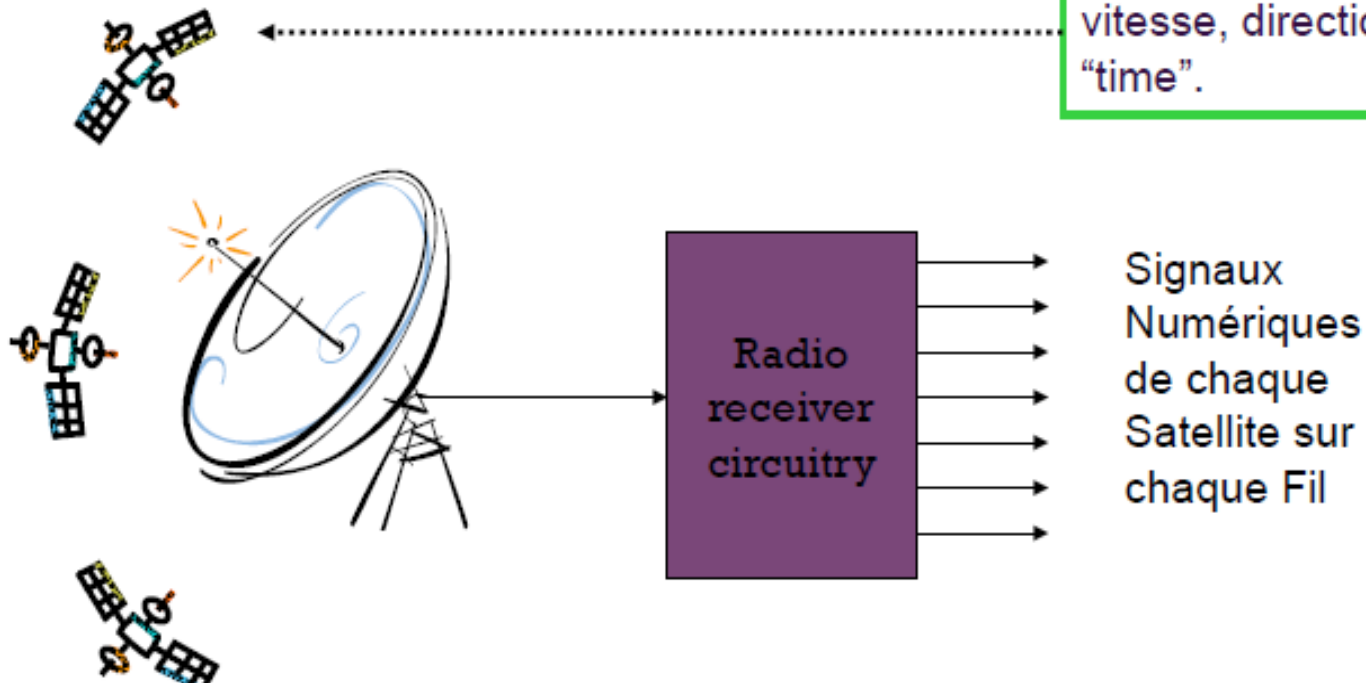


Radio GPS

- Réception de données de plusieurs satellites
- Conversion du RF signaux en Signal Numérique
 - Séparer pour chaque satellite

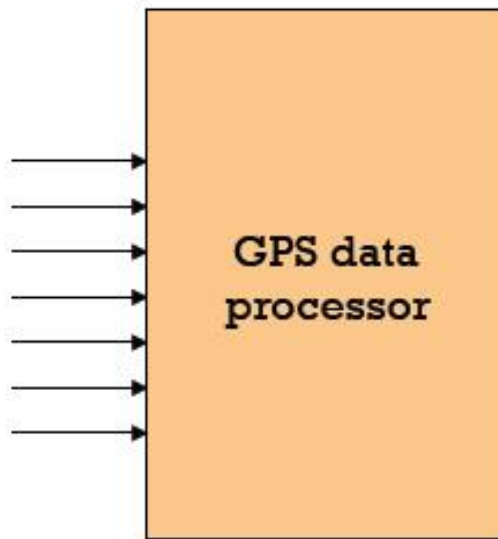
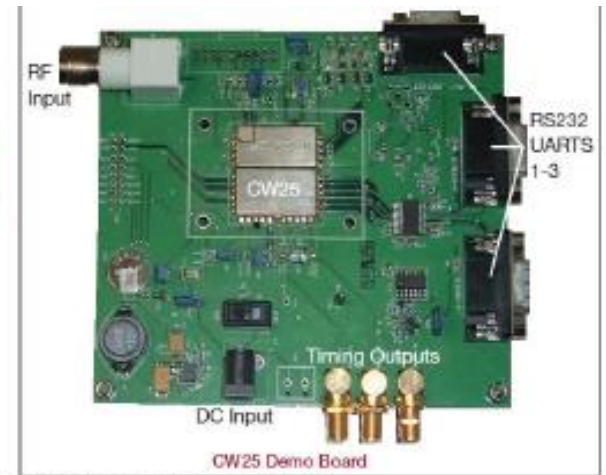
24 satellites transmettent des signaux microwave très précis,

Un GPS receiver peut déterminer la location, vitesse, direction, et le "time".

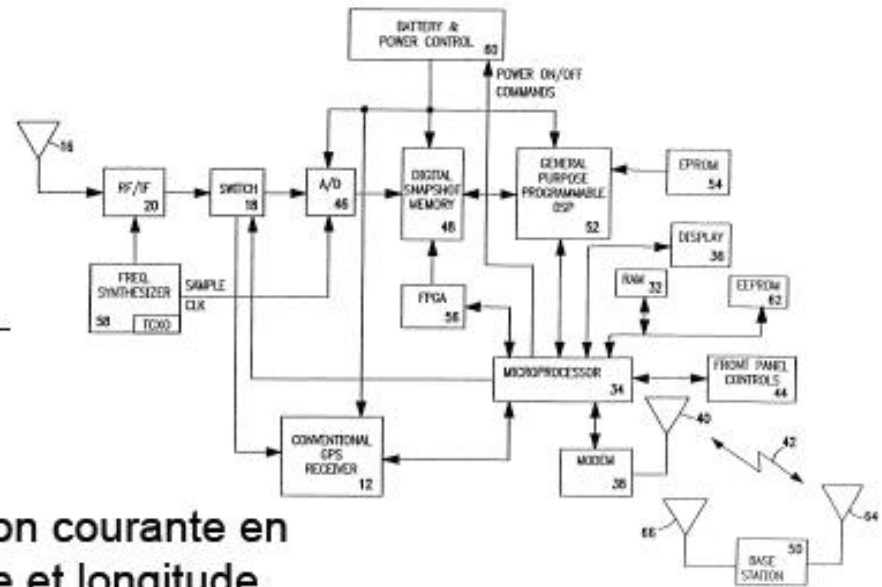


GPS Processeur de Signal

- Corrélation des signaux satellites
- Calcul des différence de temps par la méthode de la triangularisation

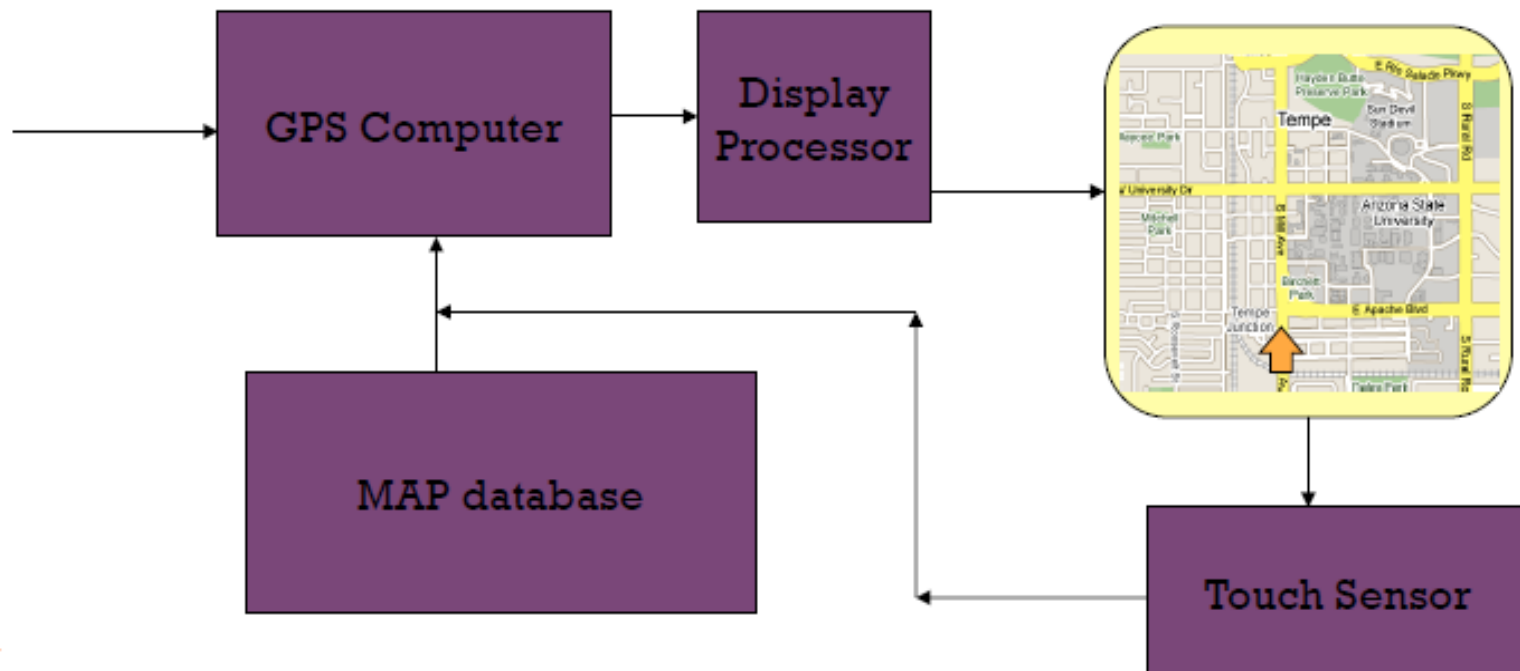


Location courante en latitude et longitude



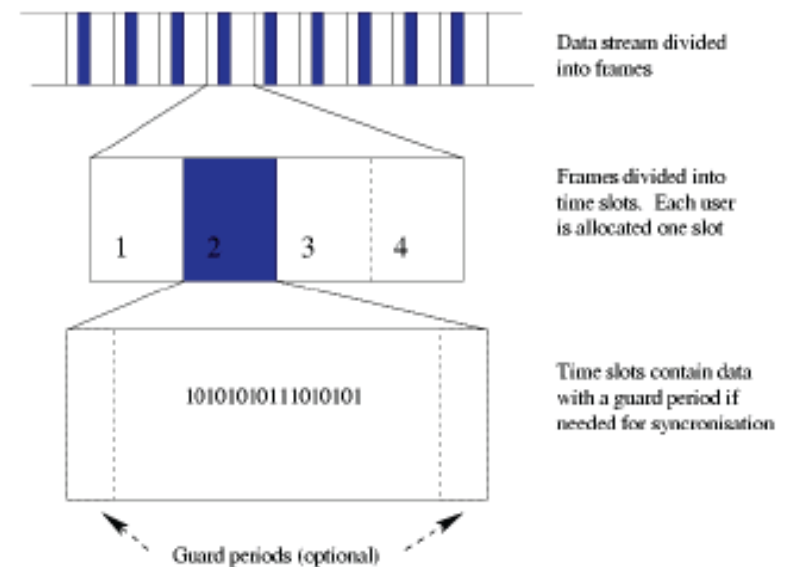
GPS Navigateur

- Interface Graphique –location sur la carte et d'autres informations utiles



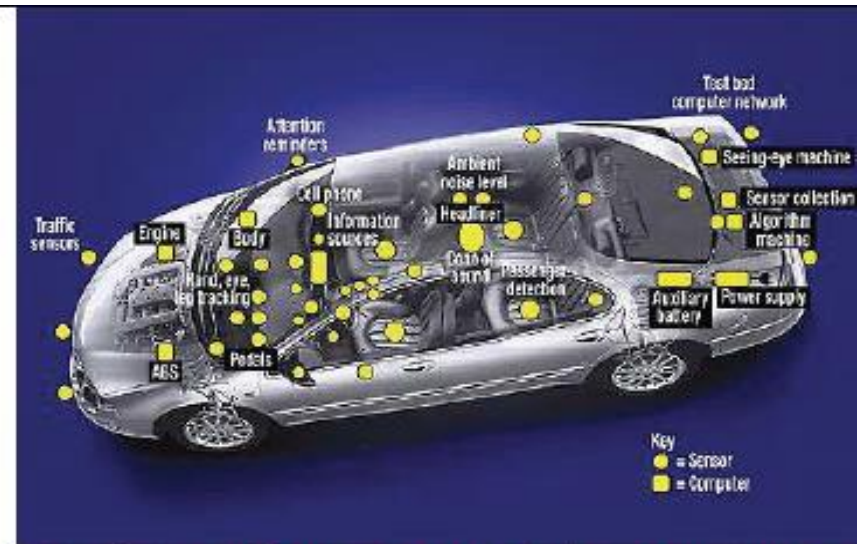
Telephone Portable

- Multi-channel Radio (émetteur et récepteur)
- Digital processor pour CDMA ou TDMA
 - GSM est TDMA – chaque personne communique dans une allocation de temps par chaîne
 - CDMA est un code de modulation
- Encryptions/Décryptions hardware
- Control de puissance
- CAN RF conversion
- Affichage, agenda et d'autres fonctions

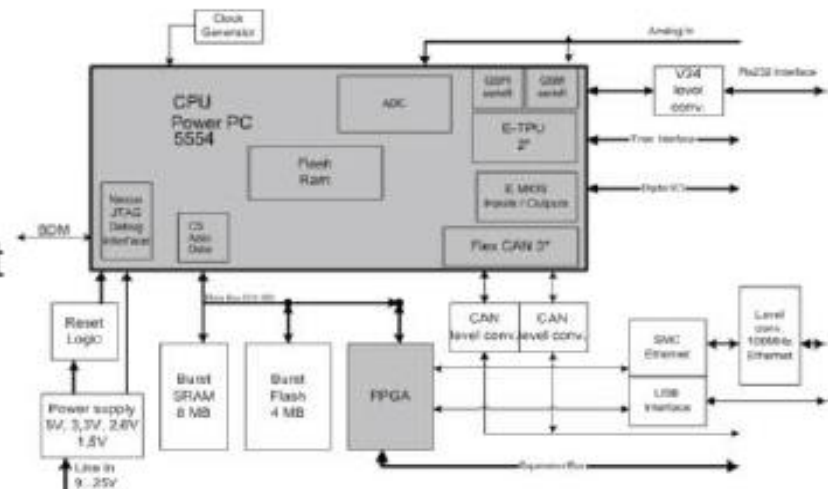


Automobile

- Ordinateur de contrôle : moteur
- Diagnostic Avancé
- Simplification of the manufacture and design of cars
- Réduction des câbles dans une voiture : CAN
- Sûreté de fonctionnement et transport
- Confort



Automation of Cars- Embedded Systems Seminar For Electronics Students.



Engine Control Computer (ECU)

- Lecture des capteurs (temps, position pédale) and contrôle des injecteurs et temps d'allumage
 - Contrôle des actionneurs
 - Supervision du CAN (communication area networking)
-
- **Interface pour l'air conditionné et ceinture de sécurité**
 - **Diagnostic de fonctionnement**



Exemple d'évolution d'un SE

- 1983 Motorola introduit son téléphone portable Dynatac 8000x
- 1987 Standard Européen GSM 900 (bande 880 à 960 MHz) Global System for Mobile communications transmission numérique cryptée (USA, ... norme GSM 850 et 1900).
- 1991 Première communication expérimentale GSM 900 en Europe.
- 1993 Mise en service du Natel D qui utilise un système de transmission numérique (GSM 900) et une identification de l'utilisateur (carte SIM) .
- 1996 Mise en service du Natel E avec la bande GSM 1800.
- 1998 Nouveau protocole GPRS (General Packet Radio Service).



Evolution des téléphones GSM



Alcatel HA
1991



Bi-Bop,
1994



Motorola
StarTac 1997



Nokia 3310
2000

Evolution des téléphones GSM



Sony Ericsson T610
2003



Samsung Galaxy
S4 GT-I9295, 2013



Samsung Galaxy I9205, 2013

Evolution des téléphones GSM



HCT One A9

Ecran haute résolution
5-inch 1080 x 1920

Mémoire importante
RAM 3 GB
64-128 GB

Caméra haute qualité
16 Mpixel



Samsung Galaxy S6